Versuch

über die

Bedeutung des Asparagins

für die

Ernährung des Kalbes.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung der Doctorwürde

der

hohen philosophischen Facultät

der

Vereinigten Friedrichs-Universität Halle-Wittenberg

vorgelegt von

Stanislaw Tryniszewski

aus Gawłowo

(Polen).

ACAD.
LOCO.BAT.
BIBL.

Halle a. S.

1898.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41548112_0162

Die vorliegenden Untersuchungen wurden auf Veranlassung des Herrn Geh. Oberregierungsrathes, Prof. Dr. Julius Kühn, der mir im physiologischen Laboratorium des landwirthschaftlichen Institutes der Universität Halle alle zur Durchführung dieser Versuche nöthigen Mittel zu Gebote stellte, unternommen. Es sei mir daher gleich an dieser Stelle gestattet, meinem hochverehrten Lehrer für seine liebenswürdige Unterstützung in Wort und That meinen innigsten Dank auszusprechen.

Die Frage nach dem Werthe der N-haltigen Stoffe nicht eiweißartiger Natur der Nahrung ist öfter schon erörtert worden. Es handelt sich dabei einerseits um anorganische und andererseits um organische Verbindungen. Wir beschäftigen uns hier nur mit den letzteren, speziell den amidartigen. Letztere sind unter den stickstoffhaltigen Stoffen nicht eiweißartiger Natur in der Pflanzenwelt am meisten verbreitet. Sie sind Uebergangsstadien zum Eiweiß oder Spaltungsprodukte desselben und befinden sich besonders reichlich in keimenden, überhaupt wachsenden Pflanzen: da wo die Eiweißbildung am energischsten vor sich geht.

Unter den Amidstoffen ist das Asparagin am häufigsten vertreten. Es ist das Amid der Amidobernsteinsäure. Wir finden es auch als überwiegenden Bestandtheil der stickstoffhaltigen Stoffe nicht eiweißartiger Natur in den Futtermitteln. Es sei nur erinnert an den hohen Gehalt an Asparagin in Kartoffeln, Rüben, im jungen Wiesengras, in Malzkeimen u. dergl. m. Aus diesen Gründen, und da das Asparagin auch chemisch rein dargestellt im Handel vorkommt, ist es besonders geeignet zur Durchführung von Versuchen, bei denen es sich um eine Amidverbindung handelt. Oefters wurde schon mit diesem Stoff experimentirt. Eine eingehende Zusammenstellung der bisher gewonnenen Resultate findet man in der von Dr. Chomsky*) publicirten Abhandlung: „Ueber die Bedeutung des Asparagins für die thierische Ernährung." Ich will hier nur das Hauptsächlichste aus den bisherigen Arbeiten hervorheben.

Ueber die chemischen Umsetzungen des Asparagins im thierischen Organismus stellte Knieriem Versuche an, bei denen sich ergab, daß Asparagin beim Hunde**) in Harnstoff, beim Huhn***) in Harnsäure übergeht. (Bei Vögeln vertritt bekanntlich die Harnsäure den Harnstoff.)

---

*) Julius Kühn, Berichte aus dem physiologischen Laboratorium und der Versuchsanstalt des landwirthschaftlichen Instituts der Universität Halle. Heft 13, 1898, S. 1.

**) Zeitschrift für Biol., Bd. X, 1874, S. 284.

***) Zeitschrift für Biol., Bd. XIII, 1877, S. 43.

Damit wurde der Beweis erbracht, daß Asparagin im Organismus keineswegs vollständig verbrannt wird. Letzteres bestätigen auch Injektionsversuche mit Asparagin von Potthast.*)

Die von Koch**) und Hilger***) aufgestellte Behauptung, daß nach dem Genuß von Spargeln das Asparagin im Organismus in Bernsteinsäure übergeht, wurde durch von Longo†) widerlegt, und steht in Widerspruch mit den oben erwähnten Knieriem'schen Resultaten.

Bufalini und Lusini††) behaupten, daß die diuretische Wirkung des Spargels und der eigenthümliche Geruch des Harnes nach Genuß von Spargeln nicht durch das Asparagin, sondern durch einen besonders den Spargeln eigenthümlichen Stoff verursacht wird.

Da, wie oben erwähnt, das Asparagin unter Abspaltung von Harnstoff oxydirt wird, so kommt für seinen Verbrennungswerth nur die Differenz:

$$\underset{\text{Asparagin}}{C^4 H^4 (NH^2)^2 O^3} - \underset{\text{Harnstoff}}{CO (NH^2)^2} = \underset{\text{Differenz}}{C^3 H^4 O^2}$$

in Betracht.

Was die Bedeutung des Asparagins für die thierische Ernährung betrifft, so sind die Ansichten sehr verschieden.

Weiske, der in dieser Hinsicht wohl am meisten experimentirt hat, kommt zu der Ansicht, daß das Asparagin eiweißsparend wirkt, das heißt, daß es bei eiweißarmer Nahrung das Eiweiß theilweise zu vertreten und dadurch Stickstoffansatz herbeizuführen im Stande ist.†††) Seine ersten Versuche machte Weiske zusammen mit Schrodt und Dangel*†) an Kaninchen und Hühnern. Da er aber mit den Resultaten nicht zufrieden war, unternahm er sofort einen Versuch an zwei Hammeln.*†) Derselbe fiel zwar zu Gunsten der eiweißsparenden Wirkung des Asparagins aus, das Resultat war aber dadurch getrübt, daß der Schwefelansatz mit dem Stickstoffansatz nicht gleichen Schritt hielt. Um sich zu überzeugen, ob „die Ausnützung des Heuproteïns durch Beigabe von Stärke und Asparagin eine Depression erfährt, und ob diese Beigabe sich analog einer solchen von reiner Stärke oder analog der von Stärke und Eiweiß verhält", stellte Weiske neue Versuche an denselben Hammeln**†) an. Aus den Resultaten folgerte er, daß das Asparagin „eine der Eiweißbeigabe ähnliche eiweißersparende Wirkung bei der Ernährung ausgeübt und in Folge dessen Eiweißansatz im Körper hervorgerufen hatte". (l. c. S. 247.) Was jedoch die Depression betrifft, so konnte die Frage nicht beantwortet werden. (l. c. S. 431.) Er stellte deshalb mit einem Hammel weitere Versuche an, bei denen aber die Asparaginzufuhr keinen Eiweißansatz verursachte. Dagegen fand Weiske bei seinen Gänsefütterungsversuchen die eiweißersparende Wirkung des Asparagins bestätigt. Um dann über die Wirkung des Asparagins auf die Milchproduktion klar zu werden, stellte Weiske noch Versuche an mit einem Schaf und mit einer Ziege. Beim Schaf war die Wirkung des

*) Pflüger's Archiv, Bd. 32, 1883, S. 288.
**) Zeitschrift f. rat. Med., 1865, Ser. 3 Vol. 24, S. 264.
***) Ann. der Chemie u. Pharm., 1874, Bd. 171, S. 286.
†) Zeitschrift f. physiolog. Chemie I, S. 213.
††) Chem. Centralblatt 1890 I, S. 404.
†††) Zeitschr. f. Biol., XVII., S 448.
*†) Zeitschr. f. Biol., XV., 1879, S. 260.
**†) Zeitschr. f. Biol., Bd. XVII, S 415.

Asparagins auf die Vermehrung der Milchtrockensubstanz zwar unbedeutend, doch ist bemerkenswerth, daß die Milchproduktion nicht weiter abnahm, obwohl die Laktationsperiode sich ihrem Ende näherte. Demnach scheint die Asparaginbeigabe einer weiteren Verminderung der producirten Milchtrockensubstanz entgegen gewirkt und letztere während der sich dem Ende nähernden Laktationsperiode konstant erhalten zu haben. In einem früheren Laktationsstadium würde daher das Asparagin vielleicht auch eine Steigerung des Milchertrags bewirkt haben, denn das Versuchsthier hatte während der Asparaginfütterung an Gewicht (2,5 kg) zugenommen und nach Entziehung des Asparagins ging das Milchquantum wieder zurück (S. 456). Der Versuch mit der Ziege gab kein klares Resultat; bei einer Wiederholung desselben mit einem frisch melkenden Thiere aber zeigte sich das Asparagin für die Milchproduktion von günstiger Wirkung.

Aus diesen Versuchen meint Weiske schließen zu können, „daß das Asparagin eiweißersparend zu wirken vermag, indem es sowohl den Eiweißansatz im Körper, als auch die Milchproduktion fördert, und außerdem auch bei einem Futter mit geringem Gehalt an Eiweiß, aber hohem an N-freien Nährstoffen die unter solchen Verhältnissen eintretende Verdauungsdepression zu vermindern im Stande ist". (S. 477.)

Endlich machte Weiske später noch Versuche mit Kaninchen,*) die zu Gunsten des Asparagins ausfielen Dabei meinte er folgern zu können, daß „eine Asparaginbeigabe die Ausnutzung der Stärke im Verdauungsapparate unter geeigneten Umständen günstig zu beeinflussen im Stande ist". (S. 277.)

Aus allen seinen Versuchen kommt Weiske zu dem Resultate, daß „das Asparagin im Stande ist, ganz besonders bei eiweißarmer Nahrung das Eiweiß theilweise zu vertreten".**) „Die eiweißersparende Wirkung des Asparagins beim Herbivor ist nicht in gleiche Linie mit derjenigen zu stellen, welche Kohlenhydrate hervorzurufen vermögen; denn die Kohlenhydrate äußern den eiweißersparenden Effekt insbesondere dort, wo sie zu einem eiweißreichen Futter mit engem Nährstoffverhältniß gegeben werden. Umgekehrt verhält es sich mit dem Asparagin. Hier macht sich der günstige Einfluß gerade bei reichlichem Vorhandensein von Kohlenhydraten und Mangel an Eiweißstoffen geltend, so daß in solchen Fällen eventuell Stickstoffansatz eintritt." ***)

Schrodt und Hansen†) stellten fest, daß bei Kühen, die mit Malzkeimen gefüttert waren, die amidartigen Verbindungen eine eiweißersparende Wirkung ausüben. Ihre Versuche sollten dies bestätigt haben.

Zu Gunsten des Asparagins sprechen noch die von Bahlmann††) an Kaninchen, einer Ratte und Mäusen und von David Baldi†††) an Tauben angestellten Versuche. Graffenberger*†) fand bei seinem Asparagin-Versuch im Harn ein Stickstoffplus von 3,95 g,

*) Zeitschr. f. Biol., XXX, S. 254.
**) Zeitschr. f. Biol., XVII, S. 448.
***) Zeitschr. f. Biol., Bd. XXX, S. 255.
†) Mittheilung der land- und milchwirthschaftlichen Versuchsstation in Kiel. Bd. III, 1883/4, S. 165.
††) Inaugural-Dissertation. Münster 1885.
†††) Chem. Centralblatt 1893, S. 892.
*†) Zeitschr. f. Biol., XXVIII, S. 333.

welches 79 % des in einer Menge von 5 g zugeführten Asparaginstickstoffs gleichkommt und schließt daraus auf eine Eiweißersparniß. (S. 334.)

Mauthner*) beobachtetete beim Hunde nach Zugabe von Asparagin einen geringeren Stickstoffverlust, also eine Verminderung des Eiweiß-Zerfalles; verschiedene Widersprüche, die ihm bei seinen Versuchen entgegentraten, lassen ihn jedoch noch keinen bestimmten Schluß ziehen. Eine Wiederholung dieses Versuches führte auch zu keinem sicheren Ergebniß, da das schwankende Verhältniß zwischen S und N die Resultate trübte.

Dagegen wurde schon vorher durch einen völlig einwandfreien Versuch von Munck**) bewiesen, daß das Asparagin beim carnivoren Hunde sogar die Eiweiß-Zersetzung im Organismus steigert.

Politis***) experimentirte mit weißen Ratten, und es zeigte sich bei seinen Versuchen, daß das Asparagin das Leben dieser Thiere nur ebenso lange, wie die Kohlenhydrate zu unterhalten vermag, „es übt daher das Asparagin bei den omnivoren Ratten keinen erheblichen Einfluß auf den Eiweißzerfall aus".

Zu ähnlichen Resultaten gelangte auch Gabriel,†) welcher aus seinen Versuchen den Schluß zieht, daß „das Asparagin auch für die Ernährung der omnivoren Ratten nicht bedeutungslos ist, daß seine Bedeutung aber erst zur Geltung gelangt, wenn es dem Futter der Thiere an Eiweiß fehlt". Dabei soll das Asparagin zur Verdauung der Kohlenhydrate beitragen. Hagemann††) meint, daß für den carnivoren Hund das Asparagin kein Nährstoff ist, daß aber bei den Wiederkäuern „die Mikroorganismen in den geräumigen Abtheilungen ihres Magens eine große Rolle spielen. Nachgewiesenermaßen leben diese sehr gut in Nährlösungen, welche kein Eiweiß, wohl aber Amide enthalten; sie leben darin und erzeugen aus den Amiden das Eiweiß ihres Körpers, welches dann später mit verdaut werden kann. Haben die Mikroorganismen andererseits nicht genügend Amide, dann nähren sie sich von Eiweiß, welches sie dann soweit zerspalten, daß es für die Ernährung verloren ist. Auch von diesem Gesichtspunkte aus ist eine Möglichkeit vorhanden, daß beim Pflanzenfresser eine Beigabe von Asparagin eine erhöhte Verwerthung des im Futter enthaltenen Eiweißes bedingen könnte".

Chomsky†††) fütterte einen Hammel zuerst mit einem möglichst von stickstoffhaltigen Stoffen nicht eiweißartiger Natur freien Gemisch, das aus Haferstroh, Sesamkuchen, Stärke und Zucker bestand (Per. I). Dann ließ er ca. 40 % des Eiweißes der Sesamkuchen weg (die stickstofffreien Stoffe und das Fett des Sesamkuchens wurden durch Stärke und Sesamöl ersetzt) (Per. II), und nachher ersetzte er wiederum das weggelassene Eiweiß durch Asparagin (Per. III).

---

*) Zeitschr. f. Biol., Bd. XXVIII, S. 507.
**) Virchow's Archiv, Bd. 24, S. 436.
***) Zeitschr. f. Biol., Bd. XXVIII, S. 492.
†) Zeitschr. f. Biol., XXIX, S. 115.
††) Landwirthsch. Jahrbücher, Bd. 20, S. 264.
†††) Julius Kühn, Berichte aus dem physiol. Laboratorium und der Versuchsanstalt des landw. Instituts der Universität Halle. Heft 13, S. 1.

Bei diesem Versuche verursachte das Asparagin einen Stickstoffansatz in Per. III (angesetzt im Körper pro Tag 1,642 g) gegenüber Per. II (verloren per Tag vom Körper 0,109 g). In Per. I betrug der Stickstoffansatz pro Tag 2,314 g.

Wenn wir in Betracht ziehen, was von Chomsky hervorgehoben wird, daß die Rohfaser, deren Aufschließung größtentheils durch Mikroorganismen bewirkt wird, in der Asparaginperiode besser verdaut worden ist, so scheint mir dadurch auch die oben erwähnte Hagemann'sche Ansicht bestätigt zu sein. Durch die bessere Aufschließung der Zellen, meint Chomsky, wurde auch das Rohproteïn besser verdaut, und dieses konnte sammt dem durch die Bakterien producirten Eiweiß den Ansatz des Stickstoffs in Per. III verursachen. Durch bessere Ausnutzung des Proteïns kann auch die vollständigere Verdauung der Stärke erklärt werden.

An diese Versuche schließen sich noch zwei Perioden, wo zu der in Per. I verabreichten Ration einmal noch Eiweiß in Form von entfettetem Sesamkuchen (Per. IV) und ein anderes Mal eine äquivalente Menge Asparagin (Per. V) verabreicht wurde. In Per IV stieg gegenüber von Per. I (Stickstoffansatz 2,311) der Stickstoffansatz um 0,338 g, in Per. V aber sank er auf 1,523 g, d. h. um 0,788 g pro Tag. Chomsky erklärt den gesteigerten Stickstoffumsatz in Per. V als Nachwirkung der in Per. IV verabreichten großen Menge von Rohproteïn. Wenn wir aber in Betracht ziehen, daß Per. V vierzehn Tage dauerte und daß die Analysen erst nach sechs Tagen begonnen wurden, ferner, daß während der letzten acht Tage, d. h. während der Hauptfütterung, die Stickstoffausscheidung im Harn nicht abnahm, so scheint es mir nicht ganz ausgeschlossen, daß das Asparagin hier auch mit zum stärkeren Stickstoffumsatz beigetragen hat.

Das Asparagin erhöht wahrscheinlich durch Einwirkung auf das Nervensystem und dadurch auf die Herzthätigkeit den Blutdruck und somit auch die secernirende Thätigkeit der Drüsen, speziell der Niere. Auf diese Weise kann die den Eiweißumsatz steigernde Wirkung des Asparagins, die Munck beim Hunde konstatirt hat, erklärt werden.

Julius Kühn*) meint, daß das Asparagin „ohnstreitig" mit zu den Reizstoffen gehört. Er beweist auch, daß die von Schrodt bei Milchkühen konstatirte günstige Einwirkung der Amidstoffe auf deren Reizwirkung beruhte.

Um zu untersuchen, wie das Asparagin da sich verhält, wo eine möglichst energische Fleischbildung stattfindet, d. h. da, wo der Bedarf an Eiweiß am stärksten ist, wurde nachstehender Versuch mit einem im energischen Wachsthum befindlichen Kalbe unternommen. Es wurde ein größeres Thier gewählt, damit man mit bedeutenderen Mengen von Stoffen experimentiren könne und die Resultate schärfer hervortreten.

Während der Dauer des Versuches erschien in der Chemiker-Zeitung**) ein Bericht über von Professor Kellner in Möckern angestellte Experimente an einjährigen Lämmern.

---

*) Die zweckmäßigste Ernährung des Rindviehes. 11. Aufl., 1897, S. 199.

**) Chemiker-Zeitung Nr. 8, 1897, S. 820. „Versammlung der Gesellschaft deutscher Naturforscher und Aerzte in Braunschweig vom 20.—25. September 1897."

Er fütterte diese mit 600 g Wiesenheu, 250 g Stärke und 50 g Rohrzucker, dann in einer anderen Periode wurden 50 g Stärke durch 50 g Asparagin ersetzt. Der Stickstoff und Schwefelansatz bezw. Abgabe waren dabei folgende:

	Lamm I.		Lamm II.	
	N	S	N	S
Ohne Asparagin	— 0,30	+ 0,002	— 0,02	— 0,010
Mit Asparagin	+ 1,20	+ 0,015	+ 1,72	— 0,075.

Das Asparagin hat also entschieden günstig auf den Fleischansatz gewirkt. Die Wirkung war aber eine sehr geringe, als man in einer zweiten Versuchsreihe die Ration eiweißreicher machte und zwar durch Zugabe von 75 g Klebermehl. In einer dritten Versuchsreihe wurde außer Asparagin auch das essigsaure Ammon bei einer eiweißarmen Ration geprüft, wobei sich die Wirkung beider Stoffe ganz analog zeigte. Gleichzeitig konstatirte Kellner, eine bessere Ausnutzung der stickstofffreien Stoffe und der Rohfaser.

Diese Versuche scheinen ganz besonders, wie Kellner hervorhebt, für die Wirkung der Gährungs- und Fäulnißorganismen beim Ausnutzen des Stickstoffs des Nichtproteïns zu sprechen. Bei reichlichem Vorhandensein von Eiweiß in der Nahrung kommt diese Wirkung nicht mehr in Betracht, weil einerseits die Spaltungsprodukte, die sich bei der Verdauung von Eiweiß bilden, zur Entwicklung der Bakterien ausreichen, und andererseits hat die dann verhältnißmäßig kleine Menge des besser verdauten Rohproteïns des Futters keine Bedeutung.

Wenn es auch so ist, so kann man doch dem Asparagin den direkten Nährstoffcharakter nicht vollständig absprechen, weil Potthast durch seine Injektionsversuche nachgewiesen hat, daß es, wenn auch einen sehr geringen, jedoch gewissen thermischen Werth für die thierische Ernährung hat

Was nun die an Kälbern angestellten genauen Stoffwechselversuche im Allgemeinen betrifft, so ist in dieser Hinsicht noch sehr wenig experimentirt worden. Es liegen nämlich nur drei Arbeiten vor: eine von Soxhlet*) über den Stoffwechsel des Saugkalbes; eine von Neumann**) und eine von Ott de Vries Jzu.***) Diese Arbeiten beziehen sich nur auf die Ernährung des Saugkalbes.

Zum vorliegenden Versuch konnte ein so junges Thier nicht benutzt werden, weil der extrem hohe Gehalt an Proteïn in der Milch, wenn er zu einem bedeutenden Theile durch Asparagin ersetzt werden sollte, zur Verfütterung einer verhältnißmäßig sehr großen Menge dieses Reizstoffes zwingen würde, was, besonders bei einem so jungen Thiere, eine aus diätetischer Rücksicht schädliche Wirkung hervorrufen könnte. Jedoch hatte auch das von mir zu den Versuchen benutzte 6 Monate alte Kalb ein sehr hohes Eiweißansatzvermögen, wie es die Resultate ergeben haben.

Um zu zeigen, in welchem Verhältniß sich der Fleischansatz bei einem jungen wachsenden Thiere zu dem bei einem ausgewachsenen befindet, mag nebenstehende Zusammenstellung†) dienen.

---

*) Erster Bericht über Arbeiten der Versuchsstation Wien von 1870—1872, S. 155.
**) Journal für Landwirthschaft 1893, S. 347.
***) Inaugural-Dissertation. Göttingen 1896.
†) Ott de Vries Jzu: Inaugural-Dissertation. Göttingen 1896, S. 8.

	Alter	Lebend-gewicht	Proteïn	Fett	Kohlen-hydrate	Eiweiß im Körper angesetzt
Kalb:	2—3 Wochen	50 kg	231,5	236,5	442,6	168,0
Hammel:	ca. 2 Jahre	40 „	98,2	15,1	458,8	11,3

Das Kalb hat also von dem verdauten Eiweiß der Nahrung 67 % als Fleischeiweiß im Körper abgelagert, der Hammel dagegen nur 12 %.

Das zu den vorliegenden Versuchen benutzte Ochsenkalb war im Hausthiergarten des landwirthschaftlichen Instituts der Universität Halle am 15. Februar von einer pommerischen Landkuh geboren, die von einem Holländerbullen gedeckt worden war. Schon vor dem Versuche zeichnete sich das Thier dadurch aus, daß es das Futter sehr gut aufnahm; diese Eigenschaft war insofern mit von großer Wichtigkeit, da ich nachher als Rauhfutter bloß Stroh verabreichen wollte.

Den Versuchen liegt folgender Plan zu Grunde:

Um zuerst über den bisherigen Stoffwechsel klar zu werden, wurde mit dem Futter, welches das Thier im Stalle bekommen hatte, die Periode I eingerichtet, danach sollte der Asparaginversuch beginnen.

Da die erste Periode als Normalperiode diente, mit der die anderen verglichen werden sollten, so galt es hier, ein möglichst von stickstoffhaltigen Stoffen nicht eiweißartiger Natur freies Futter zu verabreichen. Aus diesem Grunde wurde als Rauhfutter Gerstenstroh, als Kraftfutter Sesamkuchen verabreicht, dessen Gehalt an Nichtproteïn von allen Kraftfuttermitteln der geringste ist. Um die genügende Menge stickstofffreier Stoffe zuzuführen, wurde Kartoffelstärke und Rohrzucker gefüttert. Von letzterem verabreichte man nur soviel, als es nöthig war, um eine günstige Stärkeaufnahme zu bewirken. In der nächsten, dritten Periode, wurde $^1/_3$ des Sesamkuchens weggelassen, das darin enthaltene verdaute Eiweiß dem Stickstoffgehalte nach durch Asparagin, die stickstofffreien Stoffe durch Stärke, das Fett durch reines Sesamöl ersetzt. Die in dem Sesamkuchen enthaltene kleine Menge Rohfaser blieb unberücksichtigt.

Hiernach sollte eine Periode folgen, in der dasselbe Futter wie in Periode III, nur ohne Asparagin, verabreicht wurde, mußte aber aus später angeführten Gründen weggelassen werden.

Endlich, in der vierten Periode, wurde dasselbe Futter wie in Periode II verabreicht, um zu erfahren, ob mit zunehmendem Alter des Thieres der Stoffwechsel sich nicht geändert hatte.

Da das Thier während des Versuches wachsen, und sein Nährstoffbedarf stets gleichmäßig gedeckt werden sollte, so wurden sämmtliche Rationen pro Lebendgewicht dargereicht, welches zu diesem Zwecke vor Beginn jeder Periode festgestellt wurde. Alle Resultate wurden dann pro 100 kg Lebendgewicht berechnet, und erst die so gewonnenen Zahlen konnten mit einander verglichen werden.

Jede Periode sollte 15 Tage dauern, von denen die ersten 7 für die Vorfütterung bestimmt waren. Erst vom 8 Tage an wurden die Analysen von Koth und Harn ausgeführt.

Um mich aber zu überzeugen, ob am Ende der Vorfütterung der Stoffwechsel schon gleichmäßig vor sich ging, habe ich schon in den letzten Tagen der Vorfütterung die Menge des N. im Harn ermittelt. Diese Mengen stimmten während aller Perioden völlig überein, und weichen auch von denen während der Hauptfütterung gewonnenen nicht ab.

Um über die Zunahme an Lebendgewicht klar zu werden, wurde das Kalb zu Anfang und zu Ende der Hauptfütterung an drei aufeinander folgenden Tagen zu derselben Stunde vor der Frühfütterung gewogen und aus dem Durchschnitt dieser drei Wägungen die Zunahme an Lebendgewicht bestimmt.

Wenn bei dieser Methode in manchen Fällen Abweichungen eintraten, so geschah dies nur in Folge besonderer Umstände, welche an entsprechender Stelle Erwähnung finden werden.

Das Thier war während des ganzen Versuches in einem Käfig untergebracht, der sich in einem speziell zu Fütterungsversuchen eingerichteten Raum des landwirthschaftlichen Instituts der Universität Halle befand.

Der Boden des Fütterungsraumes bestand aus Asphalt, so daß man die geringsten Futterreste, die auf ihn gefallen waren, sammeln konnte. Die Temperatur des Raumes, die im Sommer höchstens 15° R. betrug, wurde im Herbst mittelst einer Heizvorrichtung auf 11—9° erhalten.

Das Thier befand sich im verschlossenen Raum ganz allein, und da ich es nur während der Mahlzeiten besuchte. blieb es ganz ungestört.

Der Käfig war aus Holz gefertigt, nur die Seitenwände durch Gitter aus Eisenstangen gebildet. Die einzelnen Stäbe waren 8 cm von einander entfernt, so daß man bequem die Hand durchstecken konnte.

Die vordere und die hintere Wand wurden durch Thüren ersetzt, so daß das Thier an der hinteren Seite herein und vorn herausgelassen werden konnte. An der vorderen Thür war die Futtervorrichtung mittelst eines hölzernen Schiebers angebracht, den man auf beliebige Höhe stellen konnte. In diesem Schieber befand sich das eigentliche Futterloch, oben viereckig (nur die Kanten etwas abgerundet) und unten oval. Um das Verstreuen des Futters zu hindern, war das Loch möglichst klein ausgeführt. In dem Maße, wie das Kalb wuchs, wurde es größer ausgeschnitten.

Hinter dieser Futteröffnung war ein aus verzinntem Eisenblech angefertigter Futterkasten (38 cm tief, 40 cm breit und 48 cm hoch) festgemacht. Der Futterkasten hatte oben einen Schieber, vorn eine kleine Thür und von der Seite konnte eine 15 cm hohe Schublade eingeschoben werden, in der das Futter verabreicht wurde.

Der ganze Käfig stand auf 45 cm hohen Füßen, damit man unten die Harnflasche stellen konnte, und war 145 cm hoch (ohne Füße), 165 cm lang, 66 cm breit (innere Breite). Der Boden des Käfigs war aus starken Brettern hergestellt und hatte einige Löcher zur Durchführung des Ableitungsschlauchs für den Harntrichter.

Zum Auffangen der Exkremente wurde dem Kalb ein aus breiten ledernen Riemen gemachtes Geschirr angelegt, wie es schon bei den im hiesigen landwirthschaftlichen Institut

durch Paul Holdefleiß*) an Hammeln angestellten Versuchen sich sehr bewährt hatte. Dies Geschirr wurde später, weil es das Kalb gescheuert hatte, mit Filz gefüttert.

Am Geschirr war der Kothbeutel und der Harntrichter festgeschnallt. Später, als das Thier größer wurde und mehr Exkremente ausschied, so daß der während der Nacht aufgesammelte Koth ein bedeutendes Gewicht hatte und die Gefahr des Scheuerns (was auch in der Nähe des Afters eintrat) größer wurde, hatte man den Kothbeutel durch eine Kothrinne ersetzt. Die Kothrinne war ganz ebenso wie der Kothbeutel festgeschnallt und mündete durch das etwas auseinander gebogene Gitter der Hinterthür in einen Topf. Der Kothbeutel wie die Kothrinne waren aus sogenanntem Ledertuch (Rubber Duck) verfertigt.

Der Harntrichter, sowie der sich an diesen anschließende Schlauch waren anfangs nur aus Gummi verfertigt; später wurde dieser, weil er zu wenig haltbar war, durch Leder ersetzt, welches mit Gummistoff ausgekleidet war.

Diese Einrichtung verhinderte vollständig jeden Verlust an Harn.

Das Thier war vorne ziemlich kurz angebunden, konnte sich aber doch im Käfig nach Belieben legen.

Das Futter wurde 6 Uhr früh (bei den späteren Perioden 7 Uhr), $12^1/_2$ Uhr Mittags, $6^1/_2$ Uhr Abends in gleichen Mengen verabreicht.

Der Harn wurde täglich während der Frühmahlzeit (immer genau zur selben Zeit) abgenommen. Der Harntrichter und der Schlauch wurden mit 500 ccm destillirten Wassers ausgespült und die vorher tarirte Flasche nebst Inhalt gewogen.

Bei der ersten Periode wurde außerdem (immer am Morgen) in die leere Harnflasche 150 ccm 10 %iger Salzsäure und 600 ccm destillirtes Wasser hineingebracht, um das Entweichen des Ammoniaks zu verhindern. Bei den übrigen Perioden, da der Harn sich immer schwach sauer zeigte, wurde diese letzte Operation unterlassen.

Aus der gewogenen Flasche wurde nach gründlichem Durchschütteln zur Stickstoffbestimmung mit einer Pipette 5 ccm Harn herausgehoben und sofort gewogen.

Das Filtriren des Harnes wurde unterlassen, da es sehr schwierig war, eine von Sedimenten freie Flüssigkeit zu bekommen; daß man aber nach dem Durchschütteln über eine gute Mittelprobe verfügte, zeigte sich dadurch, daß die aus verschiedenen Stellen der Flasche entnommenen Proben gleichen Gehalt an Stickstoff ergaben. Um aber zu erfahren, ob die etwa im Harn vorkommenden Epithelzellen das Resultat nicht beeinträchtigen, wurden einige Male 100 ccm Harn filtrirt und dann im ausgewaschenen Filterrückstand der Stickstoff bestimmt. Dieser betrug nur 0,0010 g N, also eine außerordentlich kleine Menge, die dann auch deswegen weiter nicht berücksichtigt worden ist.

Der Koth wurde drei Mal täglich bei jeder Mahlzeit abgenommen und der Kothbeutel bezw. die Kothrinne gründlich mit einem Blechlöffel ausgekratzt. Der Verlust dabei, wie man sich durch Wägen des tarirten Kothbeutels und dann des herausgenommenen Kothes überzeugte, betrug 1—10 g, was in Anbetracht der verhältnißmäßig großen Menge von produzirtem Koth nicht weiter von Belang erschien.

*) Julius Kühn, Berichte aus dem physiol. Labor. und der Versuchsanstalt des landwirthschaftl. Instituts der Univ. Halle. Heft 12, 1895, S. 70.

Der während der drei Mahlzeiten gesammelte Koth ward gründlich durchmischt, und zur Analyse jedesmal 500 g entnommen.

Die Futtermittel wurden für den ganzen Versuch auf einmal besorgt. Nur für die letzte Periode, da der Versuch länger dauerte als es vorausgesehen war, mußte neue Stärke verwendet werden; es zeigte sich, daß letztere um 0,5 % mehr Trockensubstanz enthielt als die zuerst benutzte.

Das Rauhfutter ward für die ganze erste Periode in Düten zu 400 g Heu und 100 g Stroh abgewogen; das Stroh für den Versuch mit Asparagin wurde in Düten zu 530 g für die ganze Dauer des Versuches abgemessen Zugleich mit dem Abwägen wurde immer eine Probe zur Bestimmung der Trockensubstanz entnommen.

In dem Maße, wie mit den späteren Perioden die Menge des Strohes größer wurde, füllte man vor jeder Periode eine dem Bedarf entsprechende Menge von Düten mit Stroh nach. Zugleich wurde von nachgefülltem Stroh eine Probe zur Bestimmung der Trockensubstanz genommen. Der Unterschied im Gehalt an Trockensubstanz betrug einmal 2,3 %, das andere Mal 1,6 %; da aber die zugegebenen Mengen Stroh (das schon an sich stickstoffarm ist) gering waren, so wurde dieser Unterschied weiter nicht berücksichtigt.

Das Kraftfutter ward jeden Tag abgewogen und im Futterkasten für sich verabreicht. Das Thier nahm dieses immer sehr gern auf und leckte den Kasten auch sehr gründlich aus. Zum Kraftfutter wurden immer 2 g Kochsalz zugegeben.

Vor dem Verabreichen des Kraftfutters wurde das Kalb immer getränkt; es nahm das Wasser nach Belieben auf. Die aufgenommene Menge Wasser wurde genau ermittelt. Darauf ward in den Futterkasten das Rauhfutter verabreicht. Das Kraftfutter nahm das Thier in meiner Gegenwart auf, während das Rauhfutter ohne Aufsicht verzehrt wurde.

In der ersten und zweiten Periode hinterließ das Thier gar keine Futterreste, in der dritten waren sie sehr gering und wurden immer zum Rauhfutter der nächsten Mahlzeit zugegeben; in der vierten Periode wurde dieses unterlassen, da die Futterreste zu groß waren. Deshalb wurde der Rauhfutterrest täglich gesammelt, dann analysirt und der Gehalt an Nährstoffen bei der Ausrechnung von der Ration abgezogen.

Sämmtliche Bestimmungen sind auf Grund von zwei Analysen gemacht worden, die höchstens um die üblichen Fehlergrenzen differiren (eine Ausnahme machen die Stickstoffbestimmungen im Harn während der Vorfütterung; es handelte sich da nur um eine Kontrolle, nicht um zu berücksichtigende Resultate, weshalb der Einfachheit wegen nur eine Stickstoffbestimmung gemacht wurde).

Die 500 g frischen Kothes wurden mit 500 ccm 10 %iger Weinsäure gut durchtränkt, bei 60—70° C getrocknet, an der Luft abgekühlt und gewogen. Die 5 g Weinsäure wurden von dem gewonnenen Gewicht abgezogen. Auf diese Weise wurde der Gehalt des Kothes an lufttrockener Substanz bestimmt.

Der getrocknete Koth wurde dann in einem Mörser zerrieben und in gut verstopften Glasbüchsen eine Probe von jedem Tage zur weiteren Untersuchung aufbewahrt.

Täglich wurde im Koth der Stickstoffgehalt nach Kjeldahl bestimmt.

Am Ende einer jeden Periode wurden von den täglich erhaltenen Kothpräparaten Durchschnittsproben in der Weise hergestellt, daß dem täglich produzirten Quantum von lufttrockener Substanz proportionale Mengen abgewogen und gut durchmischt wurden. In letzteren wurden Trockensubstanz, Rohprotein, Fett (Aetherextrakt), Rohfaser und Asche bestimmt und aus der Differenz in üblicher Weise der Gehalt an stickstofffreien Stoffen berechnet.

Im Harn wurde täglich sofort in drei gewogenen Proben zu 5 ccm der Stickstoff nach der Methode von Kjeldahl bestimmt. An den drei letzten Tagen jeder Periode ward im Harn auch der Gehalt an Schwefel und Harnstoff festgestellt.

Der Gesammtschwefel des Harnes wurde nach der von Mohr angegebenen und geprüften Methode*) bestimmt. Es wurden danach 10 ccm Harn mit rauchender Salpetersäure und dann einige Male mit konzentrirter Salzsäure eingedampft, der Rückstand gelöst, filtrirt und im Filtrat in üblicher Weise durch Ausfällen mit Chlorbaryum der Schwefel als Schwefelsäure bestimmt.

Die Bestimmung des Harnstoffs erfolgte nach der Liebig'schen**) Methode durch Titriren mit salpetersaurem Quecksilberoxyd.

Von den Kraftfuttermitteln wurde, nachdem sie einige Zeit in dem Raum sich befunden hatten, in dem sie auch später stehen sollten (damit der Trockensubstanzgehalt auch später derselbe blieb), eine Durchschnittsprobe entnommen und darin der Gehalt an Trockensubstanz, Rohprotein, Fett, Rohfaser und stickstofffreien Stoffen festgestellt. Zur Bestimmung der Trockensubstanz wurde in einem Trockenschranke bei 100—105° C ein Gramm Substanz bis zum konstanten Gewicht getrocknet.

Die Veraschung geschah in einem Platintiegel auf schwachem Feuer (2 g Substanz). Das Rohprotein wurde aus dem nach Kjeldahl bestimmten Stickstoff durch Multipliziren mit 6,25 berechnet.

Das Nichtprotein ergab sich dann aus der Differenz des Rohproteins und des wirklichen Proteins; letzteres bestimmte ich in der bekannten Weise nach Stutzer mittelst Kupferoxydhydrat.

Das Fett wurde durch Extraktion mittelst Aether (3 g Substanz) im Soxhlet'schen Apparate bestimmt; die Rohfaser durch Kochen mit Schwefelsäure und Natron-Lauge in der Holdefleiß'schen Birne.

Die stickstofffreien Stoffe wurden aus der Differenz berechnet. Die Reste, die in der letzten Periode verblieben waren, wurden zuerst auf dieselbe Weise wie der Koth im Ganzen lufttrocken gemacht und gewogen. Eine Durchschnittsprobe davon wurde dann gemahlen und darin wie in den Kraftfuttermitteln der Gehalt an Nährstoffen ermittelt.

Bei den Rauhfuttermitteln wurde zuerst der Gehalt an lufttrockener Substanz bestimmt, und weiter wurden sie wie die Reste untersucht.

Die während der Fütterung von dem Thiere auf dem Boden verstreuten Reste, die ausschließlich aus Rauhfutter bestanden, wurden ihres geringen Betrages wegen nicht berücksichtigt (sie betrugen sammt Staub und Haaren, die reichlich am Boden lagen, pro Tag im Mittel 27 g).

*) Zeitschr. f. physiol. Chemie, 1895, Bd. 20, S. 556.
**) Analytische Chemie für Apotheker von H. Beckurts, 1896, S. 247.

Das Thier wurde am 12. Juli 1897 Nachmittags in den Käfig gebracht; um es an die ungewohnten Verhältnisse allmählich zu gewöhnen, wurde ihm anfangs Stroh gestreut, Geschirr, Kothbeutel und Harntrichter aber erst nach und nach angelegt. Das Thier gewöhnte sich an das enge Futterloch ziemlich schwer (beim plötzlichen Herausziehen des Kopfes stieß es anfangs bisweilen heftig an die Holzkante; auch brüllte es öfters zwischen den Mahlzeiten). Allmählich gewöhnte es sich aber sehr gut an die Verhältnisse und verhielt sich danach während der ganzen Dauer der Untersuchungen außerordentlich ruhig.

Inzwischen war die Zeit so weit vorgeschritten, daß erst am 11. August mit der ersten Periode angefangen werden konnte.

Periode I.

Diese Periode dauerte vom 11. August 6 Uhr Vormittags bis zum 26. August 6 Uhr Vormittags. Das Thier wog am 11. August vor der Frühmahlzeit 140,4 kg, es wurde ihm in dieser Periode verabreicht:

Hafer	1,110 kg	Leinsamen	1,135 kg
Erdnußmehl . . .	0,555 „	Kleeheu	1,200 „
Leinkuchen	0,555 „	Gerstenstroh . . .	0,300 „
Weizenkleie . . .	0,420 „		

Das Futter hatte folgende Zusammensetzung in %:

	Hafer	Weizenkleie	Erdnußmehl	Leinkuchen	Leinsamen	Kleeheu	Gerstenstroh
Trockensubstanz	84,47	88,95	89,62	91,95	94,15	82,39	84,78
Rohprotein	11,23	14,56	44,37	29,00	24,00	13,94	3,67
Nichtprotein	0,44	1,88	2,43	4,50	2,19	4,48	0,57
Fett	3,12	4,53	11,03	9,50	30,18	4,22	1,66
N-freie Stoffe	59,54	55,51	20,72	35,27	24,47	31,68	36,68
Rohfaser	7,49	8,39	7,80	10,61	11,50	24,71	37,73
Asche	2,65	5,97	5,70	7,47	4,00	7,83	5,04

Das Thier nahm in dieser Periode folgende Mengen an Rohnährstoffen auf:

kg		Trockensubstanz	Rohprotein	Nichtprotein	Fett	N-freie Stoffe	Rohfaser
1,110	Hafer	0,940	0,125	0,005	0,035	0,661	0,083
0,555	Leinkuchen	0,510	0,161	0,025	0,058	0,196	0,059
0,555	Erdnußmehl	0,497	0,246	0,013	0,061	0,115	0,043
0,420	Weizenkleie	0,374	0,061	0,008	0,019	0,233	0,035
0,135	Leinsamen	0,127	0,032	0,003	0,041	0,033	0,015
1,200	Kleeheu	0,989	0,167	0,054	0,051	0,380	0,296
0,300	Gerstenstroh	0,254	0,111	0,002	0,005	0,110	0,113
	Summa	3,691	0,803	0,110	0,265	1,728	0,644

Nachdem die Untersuchung des Harns vom 16. bis zum 18. August eine Konstanz in der Stickstoffausscheidung gezeigt hatte (81,1 g, 79,13 g, 86,19 g), welche um so auffallender war, da sie plötzlich nach bedeutenden Schwankungen (13. August 85,7 g, 14. August 69,1 g, 15. August 91,49 g) eintrat, wurden von da an Koth und Harn auch quantitativ gesammelt, wie oben angegeben behandelt und untersucht.

Die Menge des produzirten Harnes, dessen prozentischer und absoluter Gehalt an Stickstoff, sowie die täglich aufgenommenen Wassermengen sind aus folgender Tabelle zu ersehen:

Datum	Wasseraufnahme am vorigen Tage in Litern	Harn + 1100 ccm H_2O + 150 ccm 10 % ClH in Gramm	N im Harn	
			%	g
19. August	10,65	62,76	1,32	82,84
20. „	10,65	62,97	1,30	81,86
21. „	10,80	63,64	1,35	85,91
23. „	11,25	63,07	1,38	87,04
24. „	11,85	70,70	1,14	80,60
25. „	10,60	67,15	1,23	82,59
26. „	12,30	82,45	1,11	80,42
		Mittel:	1,29	83,04

Die Menge der in dieser Periode täglich entleerten Fäces und deren prozentischer und absoluter Stickstoffgehalt sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Datum	Kothausscheidung		N im Koth	
	frisch in kg	lufttrocken in g	%	gr
19. August . . .	7,128	1386,40	2,05	28,42
20. „ . . .	6,245	1254,00	2,09	26,21
21. „ . . .	6,864	1473,01	1,99	29,31
23. „ . . .	7,445	1450,29	2,02	29,30
24. „ . . .	6,650	1409,80	2,05	28,90
25. „ . . .	7,127	1425,40	2,05	29,22
26. „ . . .	7,045	1471,00	2,05	30,15
	Mittel:	1409,98	2,04	28,78

Die mittlere Zusammensetzung des lufttrockenen Kothes, wie oben angegeben ermittelt, war folgende:

Trockensubstanz . .	88,75 %	Fett	5,35 %
Asche	10,37 „	Stickstofffreie Stoffe .	33,23 „
Rohprotein	12,94 „	Rohfaser	26,86 „

Die Menge der resorbirten Stoffe ergiebt sich aus folgenden Verhältnissen:

	Trocken-substanz	Rohprotein	Fett	Stickstoff-freie Stoffe	Rohfaser
Im Futter wurde verabreicht in kg	3,691	0,803	0,265	1,728	0,644
1,410 kg lufttrockener Koth enthalten	1,251	0,182	0,075	0,468	0,379
folglich wurde im Durchschnitt verdaut	2,440	0,621	0,190	1,260	0,265
oder in Prozenten	66,11	77,33	71,70	72,92	41,15
verdaut pro 100 kg Lebendgewicht .	1,743	0,444	0,136	0,900	0,189

Wie aus obigen Zahlen zu ersehen ist, war die Verdaulichkeit in dieser Periode eine ganz normale. Die verdauten Mengen betrugen ungefähr soviel, wie es sich nach der von Julius Kühn*) für die Verdaulichkeitsverhältnisse der Futterbestandtheile angegebenen Tabelle ergiebt. (Nach den Mittelzahlen dieser Tabelle berechnet sollte von der Ration verdaut werden: 0,643 kg Rohprotein, 0,214 kg Fett, 1,291 kg stickstofffreie Stoffe, 0,268 kg Rohfaser.)

Die Lebendgewichtszunahme während der Hauptfütterung gestaltete sich folgendermaßen (das Gewicht wurde immer vor der Frühmahlzeit festgestellt):

Gewicht des Kalbes am 18. August	144,5 kg
„ „ „ „ 26. „	149,0 „
„ „ „ „ 27. „	148,5 „
„ „ „ „ 28. „	148,8 „
Mittel:	148,8 kg
Zugenommen vom 17.—27. August	4,3 kg
„ pro Tag	0,43 „

Was den Stickstoffansatz betrifft, so stellt sich die Stickstoffbilanz wie folgt:

Verdaut pro Tag	621,00 g Protein
darin waren enthalten	99,36 „ N
im Harn pro Tag ausgeschieden . .	83,04 „ N
Angesetzt pro Tag	16,32 g N
pro 100 kg Lebendgewicht	11,7 „ N

Dies entspricht 73,12 g Eiweiß (pro 100 kg Lebendgewicht).

Wir sehen also, daß das Kalb sich in starkem Wachsthum befand, dem auch der Stickstoffansatz entsprach.

Die Ration, die dem Stoffgehalte nach als eine reichliche zu bezeichnen ist, war so bemessen, daß das Thier dabei energisch wachsen konnte, keineswegs aber bemerkenswerthe Mengen Fett ansetzte; es blieb während der ganzen Periode in einem gleichmäßig guten Zustande.

*) Die zweckmäßigste Ernährung des Rindviehs. Gekrönte Preisschrift. 11. Aufl., S. 386.

Periode II.

Mit dieser Periode fängt der eigentliche Asparaginversuch an. Die Zusammensetzung der in den folgenden drei Perioden verabreichten Futtermittel waren folgende:

	Sesamkuchen	Gerstenstroh		Sesamkuchen	Gerstenstroh
Trockensubstanz .	89,00 %	78,58 %	N-freie Stoffe .	21,83 %	39,28 %
Rohproteïn . . .	42,50 „	4,91 „	Rohfaser	5,32 „	26,66 „
Nichtproteïn . .	2,19 „	0,58 „	Asche	9,62 „	5,75 „
Fett	9,73 „	1,99 „			

Die Kartoffelstärke enthielt 80,6 % Trockensubstanz. Um mich von der Reinheit der Stärke zu überzeugen, bestimmte ich darin den Stickstoff und die Asche. Von ersterem war die Stärke ganz frei; der Aschengehalt betrug 0,3 %.

Der Rohrzucker enthielt 100 % Trockensubstanz.

Die II Periode begann am 14. September 6 Uhr Vormittags und dauerte bis zum 29. September 6 Uhr Vormittags.

Das Thier trat in diese Periode mit einem Lebendgewicht von 159,7 kg ein. Die Ration setzte sich, wie nachstehend folgt, zusammen:

	Pro 100 kg Lg.	Pro 159 kg Lg.		Pro 100 kg Lg.	Pro 159 kg Lg.
Sesamkuchen .	1,251 kg	1,989 kg	Zucker . . .	0,100 kg	0,159 kg
Kartoffelstärke .	0,717 „	1,140 „	Gerstenstroh .	1,000 „	1,590 „

Sie enthielt folgende Mengen von Rohnährstoffen:

kg		Trocken-substanz	Roh-proteïn	Nicht-proteïn	Fett	N-freie Stoffe	Roh-faser
1,989	Sesamkuchen . .	1,770	0,845	0,044	0,193	0,434	0,106
1,590	Gerstenstroh . . .	1,249	0,078	0,009	0,032	0,624	0,424
1,140	Stärke	0,919	—	—	—	0,919	—
0,159	Zucker	0,159	—	—	—	0,159	—
	Summa:	4,097	0,923	0,053	0,225	2,136	0,530

Die Mengen des während der Vorfütterung im Harn ausgeschiedenen Stickstoffs waren folgende:

15. September . . .	69,16 g	19. September . . .	89,25 g
16. „ . . .	72,51 „	20. „ . . .	86,19 „
17. „ . . .	88,36 „	21. „ . . .	85,80 „
18. „ . . .	84,50 „		

Da in den letzten Tagen die Stickstoffausscheidung konstant blieb, konnte ich am 22. September die vollständigen Harn- und Kothanalysen beginnen. Der Harn hatte bei dieser Fütterung stets eine schwach saure Reaktion und der Zusatz von Salzsäure war daher unnöthig. Die Menge der Sedimente im Harn war eine sehr geringe.

In den letzten drei Tagen der Periode wurden auch die Mengen des Schwefels und Harnstoffs im Harn bestimmt.

Ich beabsichtigte, die vollständigen Koth- und Harnanalysen acht Tage hindurch auszuführen. Den 29. September aber zwischen der Mittags- und Abendfütterung trat eine Störung insofern ein, als das Thier durch geräuschvolle Bauarbeiten in der Nähe des Stalles erschreckt, die Aufnahme des Abendfutters verweigerte und nur schwer zu bewegen war, dasselbe zu sich zu nehmen. Am folgenden Morgen trat bei dem Thiere Durchfall ein, der jedoch schon am nächsten Tage vorüber war. Da die Störung Nachmittags eintrat, so blieb diese ohne Einfluß auf die Resultate der Analysen von den früh gesammelten Exkrementen. Die Versuchsperiode wurde wegen dieses Zwischenfalls schon am 29. September abgeschlossen.

Die Menge des täglich produzirten Harnes, dessen prozentischer und absoluter Gehalt an Stickstoff, Schwefel und Harnstoff, sowie die täglich aufgenommenen Wassermengen sind aus folgender Tabelle zu ersehen:

Datum	Wasseraufnahme am vorigen Tage in Litern	Harnausscheidung + 500 ccm H_2O in kg	N		Harnstoff		S	
			%	g	%	g	%	g
22. September	10,65	5,870	1,58	92,75	—	—	—	—
23. „	10,75	5,305	1,63	86,47	—	—	—	—
24. „	13,65	5,849	1,46	85,39	—	—	—	—
26. „	13,40	6,379	1,47	93,77	—	—	—	—
27. „	13,80	6,151	1,41	86,73	3,15	193,76	1,13	69,51
28. „	13,50	6,273	1,45	90,96	3,33	208,89	1,18	74,02
29. „	15,45	7,132	1,35	96,28	3,03	218,22	1,02	72,75
	Mittel:	6,137	1,48	90,34	3,17	206,96	1,11	72,09
	per 100 kg Lg.	3,860	—	56,82	—	130,16	—	45,34

Die Menge der in dieser Periode täglich entleerten Fäces, deren absoluter und prozentischer Stickstoffgehalt sind in folgender Tabelle zusammengestellt:

Datum	Kothausscheidung		N im Koth	
	frisch in kg	lufttrocken in g	%	g
22. September . .	7,495	1597,93	2,12	33,88
23. „ . .	6,471	1427,50	2,12	30,26
24. „ . .	6,467	1449,90	2,26	32,77
26. „ . .	6,585	1360,46	2,23	30,34
27. „ . .	7,230	1568,91	2,15	33,73
28. „ . .	6,825	1494,67	2,25	33,63
29. „ . .	7,467	1541,19	2,34	36,06
Mittel:	6,934	1491,51	2,21	32,95

Die mittlere Zusammensetzung des lufttrockenen Kothes (wie oben angegeben ermittelt), war folgende:

Trockensubstanz . .	87,70 %	Fett	4,10 %
Asche	13,30 „	N-freie Stoffe . .	36,59 „
Rohprotein	13,81 „	Rohfaser	19,90 „
Nichtprotein . . .	2,25 „		

Die Menge der resorbirten Stoffe ergiebt sich aus folgenden Verhältnissen:

	Trockensubstanz	Rohprotein	Fett	N-freie Stoffe	Rohfaser
Im Futter wurde verabreicht . . .	4,097	0,923	0,225	2,136	0,530
1,491 kg lufttrockener Koth enthalten	1,308	0,206	0,061	0,546	0,297
folglich wurde verdaut	2,789	0,717	0,164	1,590	0,233
oder in Prozenten	68,07	77,68	72,89	74,43	43,96
verdaut pro 100 kg Lg.	1,754	0,451	0,103	1,000	0,146

Was die Verdaulichkeit betrifft, so hatte die Beifütterung von Stärke eine sehr starke Depression der Verdaulichkeit des Rohproteïns des Sesamkuchens herbeigeführt.

Wenn man die kleine Menge des an sich schon schwer verdaulichen Rohproteïns des Rauhfutters vernachlässigt, so ist die Verdaulichkeit des Rohproteïns des Sesamkuchens, die nach der Tabelle von Julius Kühn*) 90 % beträgt, auf 77,68 % herabgesetzt. Dies stimmt mit den schon von anderen Seiten gemachten Beobachtungen**) überein, wonach die, die Verdaulichkeit des Rohproteïns deprimirende Wirkung der Kohlenhydrate sich auch auf das Proteïn der konzentrirten Futtermittel erstreckt.

Was die Lebendgewichtzunahme während der Hauptfütterung betrifft, so gestaltete sich diese folgendermaßen (das Gewicht wurde immer vor der Frühmahlzeit festgestellt):

Gewicht am 20. September . . .	162,0 kg
„ „ 21. „ . . .	163,5 „
„ „ 22. „ . . .	164,4 „
Mittel:	163,3 kg
Gewicht am 29. September . . .	169,7 „
Zugenommen vom 21.—29. Septbr.	6,4 „
„ pro Tag	0,8 „

Die Stickstoffbilanz stellt sich wie folgt dar:

Verdaut pro Tag	717,00 g Rohproteïn
darin waren enthalten	114,72 „ N
im Harn pro Tag ausgeschieden .	90,34 „ „
Angesetzt pro Tag	24,38 g N
pro 100 kg Lebendgewicht . . .	15,3 „ „

*) Die zweckmäßigste Ernährung des Rindviehs. 11. Aufl., 1897, S. 392.

**) Emil Wolf: Die rationelle Fütterung der landwirthschaftlichen Nutzthiere. 5 Auflage. Kellner, landwirthsch. Versuchsstat., Band 44, S. 526.

Das Thier bekam in dieser Periode eine reichliche Ration, was auch im Plane des Versuches lag, der ja mit einem in energischem Wachsthum begriffenen Thiere angestellt werden sollte.

Wenn wir die beiden ersten Perioden mit einander vergleichen, so zeigt es sich, daß in der zweiten Periode ein bedeutend größerer Stickstoffansatz stattgefunden hatte, obwohl das Thier nur um 0,007 kg mehr Proteïn verdaute. Dies könnte vielleicht durch die eiweißsparende Wirkung der Kohlenhydrate verursacht worden sein, von welchen das Thier in der zweiten Periode etwas mehr aufnahm und die aus reiner Stärke und Zucker bestanden.

Eine zwei Mal größere Zunahme an Lebendgewicht in der zweiten Periode kann auch dadurch mit verursacht worden sein, daß in dieser Periode vielleicht mehr Fett angesetzt wurde, obwohl man am Körper keineswegs einen bemerkenswerthen Fettansatz konstatiren konnte; das Thier blieb äußerlich im gleichen Körperzustande.

Während der Hauptfütterung wurde der Koth auf Stärke unter dem Mikroskop untersucht. Die Stärkekörner kamen sehr vereinzelt vor: ein, zwei, höchstens drei im ganzen Gesichtsfelde.

Periode III.

In dieser Periode sollte dasselbe Futter wie in der vorigen verabreicht werden, nur mit dem Unterschiede, daß ein Drittel des Sesamkuchens durch Asparagin, reines Sesamöl und Stärke ersetzt wurde.

Diese Periode dauerte vom 14. Oktober 7 Uhr Vormittags bis zum 30. Oktober 7 Uhr Vormittags. Das Lebendgewicht am Anfang dieser Periode betrug 174 kg. Darnach sollte das Thier 2,177 kg Sesamkuchen bekommen, $^1/_3$ davon würde 0,726 kg ausmachen.

0,726 kg Sesamkuchen enthalten:

Rohproteïn	0,308 kg
Fett	0,071 „
Stickstofffreie Stoffe	0,158 „

Wenn wir das Rohproteïn zu 77,68 % verdaulich annehmen, wie es sich in der vorigen Periode gezeigt hatte, so enthalten die 0,726 kg Sesamkuchen 0,239 kg verdauliches Proteïn 0,239 kg Proteïn enthalten ebensoviel Stickstoff wie 0,212 kg Asparagin.

0,158 kg stickstofffreie Stoffe entsprechen 0,196 kg Stärke von 80,6 % Trockensubstanz.

Die 71 g Sesamöl wurden nicht abgewogen, sondern ein dem Gewicht entsprechendes Volumen abgemessen. Das Oel und das Asparagin wurden dem Kraftfutter beigemischt.

Die Ration dieser Periode betrug:

	Pro 100 kg Lg.	Pro 174 kg Lg.		Pro 100 kg Lg.	Pro 174 kg Lg.
Sesamkuchen	0,834	1,451	Asparagin	0,122	0,212
Stärke	0,829	1,443	Sesamöl	0,041	0,071
Zucker	0,100	0,174	Gerstenstroh	1,00	1,740

Sie enthielt folgende Mengen an Rohnährstoffen:

kg		Trocken-substanz	Roh-protein	Nicht-protein	Fett	N-freie Stoffe	Rohfaser
1,451	Sesamkuchen	1,291	0,617	0,032	0,136	0,317	0,077
1,740	Gerstenstroh	1,367	0,085	0,010	0,035	0,683	0,464
1,443	Stärke	1,163	—	—	—	1,163	—
0,174	Zucker	0,174	—	—	—	0,174	—
0,212	Asparagin	0,212	0,237*)	0,237*)	—	—	—
0,041	Sesamöl	0,041	—	—	0,041	—	—
	Summa:	4,248	0,939	0,279	0,212	2,337	0,541

Um das Thier an die bedeutende Menge von Asparagin zu gewöhnen, wurden demselben anfangs kleinere Mengen verabreicht, so daß es erst nach 12 Tagen und von da ab täglich die erforderliche Menge des Asparagins erhielt.

Da die Ration so langsam sich verändert hatte, so war auch in der Vorfütterung gleich vom zweiten Tage an die Ausscheidung von Stickstoff im Harn gleichmäßig, sie betrug:

am 14. Oktober . . . . . 87,20 g N
„ 15. „ . . . . . 92,65 „ „
„ 16. „ . . . . . 90,00 „ „
am 17. Oktober . . . . . 94,97 g N
„ 18. „ . . . . . 91,37 „ „

Wegen einer am Harntrichter nothwendig gewordenen Reparatur konnten die vollständigen Harn- und Kothanalysen erst vom 23. Oktober an begonnen werden.

Harnausscheidung.

Datum	Wasser-aufnahme am vorigen Tage in Litern	Harnaus-scheidung + 500 ccm H_2O in kg	N		Harnstoff		S	
			%	g	%	g	%	g
23. Okt.	19,00	7,630	1,20	91,56	—	—	—	—
25. „	9,95	5,079	1,88	95,48	—	—	—	—
26. „	11,05	7,655	1,29	98,75	2,63	201,33	0,79	60,47
27. „	15,30	7,129	1,24	88,40	2,74	195,33	0,77	54,89
28. „	15,65	7,978	1,23	98,13	2,75	219,39	—	—
29. „	16,45	8,865	1,12	99,29	—	—	—	—
30. „	16,70	8,763	1,08	94,64	—	—	—	—
	Mittel:	7,586	1,29	95,18	2,71	205,35	0,78	57,68
Pro 100 kg Lg.:		4,360	—	54,70	—	118,02	—	33,15

*) Der N-Gehalt des Asparagins (18 %) multiplizirt mit 6,25.

Kothausscheidung.

Datum	Kothausscheidung		N im Koth	
	frisch in kg	lufttrocken in g	%	g
23. Oktober . .	7,235	1651,03	2,22	36,65
25. „ . .	6,444	1321,02	2,19	28,93
26. „ . .	7,785	1564,78	2,34	36,62
27. „ . .	8,042	1550,50	2,25	34,89
28. „ . .	6,655	1398,88	2,04	28,54
29. „ . .	8,010	1621,22	2,15	34,86
30. „ . :	6,955	1409,08	2,33	32,83
Mittel:	7,304	1502,36	2,22	33,33

Die mittlere Zusammensetzung des lufttrockenen Kothes war folgende:

Trockensubstanz	91,00 %	Fett	4,35 %
Asche	12,02 „	N-freie Stoffe	48,00 „
Rohprotein	14,00 „	Rohfaser	12,63 „
Nichtprotein	1,44 „		

Die Menge der resorbirten Stoffe ergiebt sich aus folgenden Verhältnissen:

	Trocken-substanz	Roh-protein	Nicht-protein	Fett	Stickstoff-freie Stoffe	Roh-faser
Im Futter wurde verabreicht . . .	4,248	0,939	0,279	0,212	2,337	0,541
1,502 kg lufttrockener Koth enthalten	1,367	0,210	0,022	0,065	0,721	0,190
folglich verdaut	2,881	0,729	0,257	0,147	1,616	0,351
oder in Prozenten	67,82	77,64	92,11	69,34	69,11	64,88
verdaut pro 100 kg Lebendgewicht .	1,656	0,419	0,148	0,084	0,329	0,202

Was die Verdaulichkeit in dieser Periode betrifft, so scheint die Depression der Verdaulichkeit des Rohproteïns ebenso hoch zu sein, wie in der vorigen Periode. Von dem Rohprotein wurde nämlich hier 77,64 %, in der vorigen Periode 77,68 % verdaut. Es kommt hier aber in Betracht, daß ein Viertel des Rohproteïns durch Asparagin ersetzt war. Es wäre hier die Frage zu stellen, ob das Asparagin ebenso wie bei Chomsky*) und Weiske**) nicht vollständig resorbirt wurde. Um darüber Aufschluß zu erhalten, bestimmte ich in dieser Periode das Nichtproteïn im Koth, das 1,44 % der lufttrockenen Masse betrug. Hierbei ist zu berücksichtigen, daß im Nichtproteïn des Kothes auch Sekrete des Verdauungsapparates enthalten sind. Nimmt man mit Kellner***) an, daß auf 100

*) A. a. O. 1898, Heft 13, S. 29.
**) Zeitschr. f. Biol., Band XVII, S. 428.
***) Ellenberger, Handbuch d. vergl. Hist. und Physiol. d. Haussäugethiere. B. II, Th. I, S. 69.

Kothtrockensubstanz 0,4 Stickstoff von Sekreten kommen, so würde in dem Rohproteïn des Kothes unter dieser Annahme nur 0,003 kg enthalten sein, welches von den Sekretrückständen stammte. Alsdann ergiebt sich, daß in dieser Periode von dem Nichtproteïn des Futters nicht 92,11 %, sondern rund 93 % verdaut worden sind. Da die außer dem Asparagin noch vorhandene Menge an Nichtproteïn unbedeutend war und wir keinen Grund haben, die Verdaulichkeit dieses Nichtproteïns anders als die des Asparagins zu veranschlagen, so können wir wohl annehmen, daß von dem Asparagin 93 % verdaut worden sind, die übrigen 7 % können wir mit Weiske als nicht aufgenommen betrachten, da die Absorption aus einer so großen Menge Futter – welche ein Wiederkäuer zu seiner Ernährung braucht — nicht immer vollständig erfolgen kann.

Nehmen wir also das Nichtproteïn zu 93 % verdaulich an, so berechnet sich, daß von dem wirklichen Proteïn 71,21 % verdaut wurden, also um ein Geringes weniger als in der vorigen Periode. Dies kann verursacht sein durch die Stärke, von welcher in dieser Periode 112 g pro 100 kg Lebendgewicht mehr verabreicht wurden, und die überhaupt im Verhältniß zum Proteïn (da von letzterem $^1/_4$ weggelassen war) in der Ration reichlicher vorkam. Zwar soll das Asparagin auch die deprimirende Wirkung der Kohlenhydrate auf die Verdaulichkeit drs Proteïns vermindern, aber wie es die Resultate dieser Periode zeigen, kann auch dies nicht aufrecht erhalten werden.

Was die Verdaulichkeit weiter anlangt, so fällt uns eine um 20,92 % bessere Verdauung der Rohfaser in dieser Periode auf; dies kann vielleicht auf die in Folge des Asparagins sich besser entwickelnden Bakterien zurückgeführt werden, welche die Rohfaser dann besser aufschließen. Diese bessere Verdauung wurde auch schon von Kellner bei den Versuchen mit Asparagin beobachtet.

Das Fett und die stickstofffreien Stoffe scheinen in dieser Periode etwas schlechter verdaut zu sein, obwohl das mikroskopische Bild des Kothes eine ganz gleiche Beschaffenheit in Bezug auf das Vorkommen von Stärkekörnern wie in der vorigen Periode zeigte.

Was die Stickstoffbilanz betrifft, so stellt sie sich wie folgt dar:

Verdaut pro Tag	729,00	g Rohproteïn
darin war enthalten	116,64	„ N
im Harne pro Tag ausgeschieden . .	95,18	„ „
Angesetzt pro Tag	21,46	g N
pro 100 kg Lebendgewicht	12,30	„ „

Der Stickstoffansatz war hier also um 3 g pro Tag und 100 kg Lebendgewicht geringer als in der vorigen Periode.

Was die Zunahme an Lebendgewicht während der Hauptfütterung betrifft, so stellt sie sich wie folgt dar:

Gewicht am 21. Oktober . . .	183,5 kg
„ „ 22. „ . . .	182,7 „
„ „ 23. „ . . .	184,0 „
Mittel:	183,4 kg

Gewicht am 29. Oktober . . .	184,0 kg
„ „ 30. „ . . .	184,3 „
„ „ 31. „ . . .	184,3 „
Mittel:	184,2 kg
Zugenommen vom 22.—30. Oktober	0,8 kg
Zugenommen pro Tag	0,1 „

Wir sehen also, daß zugleich mit einem geringeren Stickstoffansatz auch eine geringere Zunahme an Lebendgewicht stattfindet.

Dieser Periode sollte eine andere folgen, in der dasselbe Futter wieder verabreicht werden sollte, nur ohne Asparagin. Das Kalb war unterdessen so gewachsen, daß es im Käfig nicht mehr genügend Platz fand, auch wollte es das Rauhfutter nicht immer vollständig aufnehmen. Dabei trat noch Durchfall ein, der jedoch glücklicher Weise nach einem Tage gehoben war. Wegen des langen Stehens waren dem Thiere auch die Füße im Fesselgelenk etwas geschwollen. Aus allen diesen Gründen war es unmöglich, noch länger das Thier im Käfig zu halten, und es erschien daher wünschenswerth, daß der Versuch möglichst bald abgeschlossen würde. Dieses weist darauf hin, wie es überhaupt schwer ist, mit jungen, wachsenden Thieren zu experimentiren. Die Nachtheile, die hier eintreten, sowie die mit der Zunahme des Lebendgewichts nothwendig werdende Veränderung der Ration sind in gewisser Weise störend, aber nicht zu vermeiden. Andererseits haben wir jedoch dabei den Vortheil, daß das Eiweiß bei jungen, wachsenden Thieren viel energischer angesetzt wird. Für derartige Versuche, die wie der vorliegende, die Bedeutung einzelner Nährstoffe für den thierischen Organismus feststellen sollen, ist der genannte Vortheil so wichtig, daß er reichlich die Schwierigkeiten, die aus den oben erwähnten Nachtheilen entstehen konnten, deckt.

Vor Schluß sollte aber noch geprüft werden, ob der Stoffwechsel sich mit zunehmendem Alter beim Thier nicht verändert und so einen Einfluß auf die Asparagin-Periode ausgeübt hatte; deshalb wurde noch eine letzte Periode eingerichtet, in welcher das Thier genau dasselbe Futter bekam, wie in der zweiten.

Periode IV.

Um einen plötzlichen Uebergang in der Fütterung zu vermeiden, wurde das Asparagin nach und nach dem Thiere entzogen. Vom 5. November an wurde schon das normale Futter gegeben. Da aber anfangs das Thier nicht alles Futter aufnehmen wollte, so sollte die Vorfütterung bis zum 16. November fortgesetzt werden (vom 10. November an wurde das Kraftfutter schon vollständig aufgenommen).

Die Ration war in dieser Periode pro 183 kg Lebendgewicht verabreicht. Sie betrug:

	Pro 100 kg Lg.	Pro 183 kg Lg.
Sesamkuchen	1,251 kg	2,301 kg
Stärke	0,722 „	1,320 „
Zucker	0,100 „	0,183 „
Gerstenstroh	1,000 „	1,830 „

Diese Ration enthielt folgende Menge an Rohnährstoffen:

kg		Trocken-substanz	Roh-protein	Nicht-protein	Fett	N-freie Stoffe	Rohfaser
2,301	Sesamkuchen	2,048	0,978	0,050	0,224	0,502	0,122
1,300	Stärke	1,475	—	—	—	1,475	—
0,183	Zucker	0,183	—	—	—	0,183	—
1,830	Gerstenstroh	1,438	0,090	0,011	0,036	0,719	0,488
	Summa:	5,144	1,068	0,061	0,260	2,879	0,610

Vom 17. November an wurden die Koth- und Harnanalysen begonnen; sie wurden aber nur bis zum 20. November fortgesetzt, da an diesem Tage wieder Durchfall eintrat und das Thier das Futter nicht aufnahm. In den nächsten Tagen erholte sich das Thier wieder Um mich zu überzeugen, daß der Durchfall keinen Einfluß auf den Stoffwechsel gehabt hatte, wurde die Fütterung fortgesetzt und der Stickstoff im Harn bestimmt. Es wurde während dieser Zeit im Harn ausgeschieden:

am 23. November	65,00	g N
„ 24. „	103,12	„ „
„ 26. „	105,68	„ „
„ 27. „	102,75	„ „

Da schon vom 24. November ab die Konstanz der Stickstoffausscheidung eintrat und der Einfluß des Durchfalls sich nicht mehr kund gab, wurde am 27. November der Versuch abgeschlossen.

Die während der Hauptfütterung ausgeschiedenen Harnmengen (sowie der prozentische und absolute Gehalt an Stickstoff) waren folgende (die Schwefel- und Harnstoffmengen wurden hier nicht bestimmt, da dies erst an den letzten Tagen der Hauptfütterung beabsichtigt war, unterdessen aber trat der Durchfall ein):

Datum	Wasser-aufnahme am vorigen Tage in Litern	Harn-ausscheidung + 500 ccm H_2O in kg	N im Harn	
			%	g
17. November	13,50	6,788	1,78	120,83
18. „	13,15	6,763	1,67	112,94
19. „	13,25	7,547	1,38	104,15
20. „	15,70	8,720	1,13	98,54
	Mittel:	7,454	1,49	109,11
	Pro 100 kg Lg.:	—	—	59,62

An Koth wurde ausgeschieden:

Datum	Kothausscheidung		N im Koth	
	frisch in kg	lufttrocken in g	%	g
17. November	6,240	1402,75	2,46	34,51
18. „	5,117	1181,00	2,50	29,52
19. „	5,605	1235,34	2,50	30,88
20. „	5,040	1185,41	2,58	30,58
Mittel:	5,500	1251,12	2,51	31,37

Die mittlere Zusammensetzung des lufttrockenen Kothes war folgende:

Trockensubstanz	92,00 %	Fett	2,98 %
Asche	14,32 „	Stickstofffreie Stoffe	39,30 „
Rohprotein	15,25 „	Rohfaser	20,15 „
Nichtprotein	1,81 „		

Da in dieser Periode Strohreste vorkamen, so wurden sie gemahlen und wie oben behandelt. Sie betrugen:

am 17. November 889,7 g lufttrockenes Stroh
„ 18. „ 600,1 „ „ „
„ 19. „ 456,1 „ „ „
„ 20. „ 498,2 „ „ „

Mittel: 611,0 g lufttrockenes Stroh

Die diesem Mittel entsprechende Menge an Nährstoffen wurde dann von der verabreichten Ration abgezogen. Die mittlere Zusammensetzung der Reste war folgende:

Trockensubstanz	93,45 %	Fett	1,92 %
Asche	5,82 „	Stickstofffreie Stoffe	42,87 „
Rohprotein	4,81 „	Rohfaser	38,03 „

Nach diesen Angaben gestaltete sich die Verdaulichkeit während dieser Periode folgendermaßen:

	Trocken-substanz	Rohprotein	Fett	Stickstoff-freie Stoffe	Rohfaser
Im Futter wurde verabreicht	5,144	1,068	0,260	2,879	0,610
0,611 kg Reste enthalten	0,571	0,029	0,012	0,262	0,232
das Thier nahm also auf	4,573	1,039	0,248	2,617	0,378
1,251 lufttrockner Koth enthalten	1,151	0,191	0,037	0,492	0,252
folglich verdaut	3,422	0,848	0,211	2,125	0,126
oder in Prozenten	74,83	81,62	85,08	81,20	33,33
verdaut pro 100 kg Lebendgewicht	1,870	0,568	0,115	1,161	0,069

Was die Verdaulichkeit in dieser Periode betrifft, so scheint sie ganz gut mit der in Periode II zu stimmen, es wurden nur sämmtliche Stoffe (außer Rohfaser) um einige Prozente besser verdaut; dies kann dadurch erklärt werden, daß mit zunehmendem Alter das Thier das Futter besser wiedergekaut und dasselbe besser ausgenutzt hatte. Das mikroskopische Bild der Stärkekörper im Koth war dasselbe wie in der vorigen Periode. Es fällt nur hier die geringere Aufschließung der Rohfaser auf; dies könnte vielleicht dadurch erklärt werden, daß in der vorhergehenden Periode die Rohfaser aufschließenden Bakterien in dem Asparagin einen sehr günstigen Nährstoff hatten; wurde ihnen dieser entzogen, so konnten sie wenigstens für einige Zeit ihre Wirksamkeit nicht mehr so gut ausüben. Der Stickstoffansatz stellte sich in dieser Periode folgendermaßen dar:

Verdaut pro Tag	848,00 g	Rohprotein
darin war enthalten	135,68 „	N
im Harn pro Tag ausgeschieden	109,11 „	„
Angesetzt pro Tag	26,57 g	N
Pro 100 kg Lebendgewicht	14,50 „	„

Wir sehen, daß in dieser Periode das Thier mehr als in der Asparaginperiode und nur um eine Kleinigkeit weniger als in der ersten Normalperiode Stickstoff angesetzt hatte; letzteres konnte dadurch bedingt sein, daß mit zunehmendem Alter die Fähigkeit, den Stickstoff anzusetzen, abnimmt.

Ganz in Uebereinstimmung mit dem Stickstoffansatz steht auch die Lebendgewichtzunahme. Sie stellte sich folgendermaßen dar:

Gewicht am 16. November	188,50	kg
„ „ 17. „	189,20	„
„ „ 18. „	191,60	„
Mittel:	189,80	kg
„ „ 21. „	192,50	„
Zugenommen vom 17.—21. November . . .	2,70	„
Zugenommen pro Tag	0,67	„

Wenn wir jetzt die Resultate der letzten drei Perioden zusammenstellen und mit einander vergleichen, so kommen wir zu folgendem Ergebniß:

Periode	pro 100 kg Lebendgewicht							Tägliche Lebendgewichtzunahme in kg
	Gerstenstroh in g	Sesamkuchen in g	Stärke in g	Zucker in g	Asparagin in g	Sesamöl in g	Täglicher N-Ansatz in g	
II	1000	1251	717	100	—	—	15,3	0,8
III	1000	834	829	100	122	41	12,3	0,1
IV	1000	1251	722	100	—	—	14,5	0,67

Vergleichen wir zuerst Periode II mit IV, so sehen wir, daß sie ganz gut mit einander übereinstimmen; man ersieht nur, daß mit zunehmendem Alter die Fähigkeit, den Stickstoff im Körper anzusetzen, geringer ist.

Die Wirkung des Asparagins tritt ganz deutlich in Periode III auf, wo der Stickstoffansatz bedeutend gesunken war, um dann in der nächsten Periode wieder zu steigen. Hand in Hand mit dem Stickstoffansatz geht auch die Lebendgewichtzunahme: sie ist ganz denselben Schwankungen wie der Stickstoffansatz unterworfen. Hieraus kann man also den Schluß ziehen, daß das Asparagin auch hier beim energisch wachsenden Thier, wo der Stickstoffansatz am intensivsten vor sich geht, seinem Nährwerthe nach mit dem Eiweiß nicht gleichgestellt werden kann. Auch seine Wirkung auf die Verkleinerung der durch die Kohlenhydrate hervorgerufenen Depression der Verdaulichkeit des Proteïns ist kleiner als in dem Falle, wo das Asparagin durch wirkliches Proteïn ersetzt wird, wie es sich in Periode III gezeigt hatte; man ersieht aber auch zugleich, daß das Asparagin eine gewisse Wirkung auf die Verminderung dieser Depression doch ausübt.

Es wurde nämlich in Periode III ein bedeutender Theil des wirklichen Proteïns weggelassen und die Menge der Stärke wurde vergrößert, und doch hatte die Verdaulichkeit des wirklichen Proteïns nur ein Geringes eingebüßt. Auch ist bei diesem Versuch die bessere Verdaulichkeit der Rohfaser in der Asparaginperiode besonders stark hervorgetreten. Alle bisherigen Ergebnisse scheinen mir für die schon oben angeführte Wirkung des Asparagins als Nährstoff für die Bakterien des Verdauungsapparates zu sprechen. Wenn wir die bessere Verdauung der Rohfaser in der dritten Periode in Betracht ziehen, so scheint das Asparagin auch beim eiweißreichen Futter die Entwickelung der rohfaseraufschließenden Bakterien zu fördern, nur daß hier die geringe Menge des durch das Aufschließen der Rohfaser frei werdenden und durch den Körper der Bakterien produzirten Eiweißes ohne Wirkung bleibt, weil diese Menge im Verhältniß zum schon vorhandenen Eiweiß nicht ins Gewicht fällt.

Es bleibt nur die Frage zu beantworten, ob bei dem vorliegenden Versuch das Asparagin eiweißersparend gewirkt hat. Sicher auf diese Frage zu antworten wäre nur möglich, wenn wir die weggelassene Periode durchgeführt hätten. Nehmen wir an, daß der Stickstoffansatz proportional dem verabreichten wirklichen Eiweiß stattfindet, so bekommen wir folgende Proportion: $0{,}509 : 0{,}271 = 14{,}9 : X$, wo X den Stickstoffansatz in Periode III bedeutet. 0,509 ist das Mittel des pro 100 kg Lebendgewicht in Periode II und IV verdauten Eiweißes; 0,271 ist die in Periode III verabreichte Menge des wirklichen Eiweißes (0,419—0,148); 14,9 ist der mittlere N-Ansatz von Periode II und IV.

Daraus berechnet sich $X = 7{,}9$, also um 4,4 g kleiner, als er in der That war. In Wirklichkeit besteht aber eine solche Proportionalität nicht; es wird vielmehr der erste Ueberschuß über das zur weiteren Existenz des Thieres nöthige Eiweiß am besten ausgenutzt. Aus diesem Grunde können wir die 4,4 g N keineswegs der Asparaginwirkung zuschreiben. Andererseits müssen wir ins Auge fassen, daß in Periode III 0,271 kg wirkliches Eiweiß verabreicht wurde, was 43,4 g N entspricht, davon wurden 12,3 g oder 28,3 % angesetzt. Einen solchen Ansatz bei einem jungen, wachsenden Thiere kann man als Folge des verabreichten wirklichen Eiweißes betrachten, ohne daß man dem Asparagin irgend eine Wirkung

zuzuschreiben braucht. Auch aus den Resultaten der schon früher in dieser Hinsicht durchgeführten Versuche scheint es mir nicht wahrscheinlich, daß das Asparagin bei einer schon von vornherein eiweißreichen Nahrung (wenn wir besonders die zweite Chomsky'sche Versuchsreihe (S 7) und die Kellner'schen Versuche mit den Lämmern in Betracht ziehen) einen bedeutenden Stickstoffansatz hervorrufen könnte.

Aus der Menge des in dem Harn ausgeschiedenen Schwefels und Harnstoffes läßt sich nicht viel folgern, da wir die eigentliche IV. Periode auslassen mußten. Wir wollen aber doch die Zahlen hier zusammenstellen. Es wurde ausgeschieden im Harn pro Tag und 100 kg Lebendgewicht:

Periode	Harnstoff	Schwefel
II	130,16 g	45,34 g
III	118,02 „	33,15 „

Aus der Schwefelausscheidung läßt sich ersehen, daß bei geringerer Eiweißzufuhr in Periode III der Eiweißzerfall im Körper auch geringer geworden ist. Was die kleinere Harnstoffausscheidung in Periode III betrifft, so läßt sie sich ganz gut durch die in dieser Periode etwas geringere Proteïnaufnahme erklären, welches hier schlechter verdaut wurde. Die Harnstoffausscheidung steht in einem ganz leidlichen Verhältniß zu den in den entsprechenden Perioden verdauten Mengen Rohproteïn: 451 : 419 = 130 : X.

X berechnet sich rund auf 120, während in Periode III 180 g Harnstoff ausgeschieden wurden.

Dies sind die Resultate meiner Versuche und gestatte ich mir, an dieser Stelle meinen innigsten Dank den Herren Professor Dr. Baumert und Dr. Paul Holdefleiß für die mir während der ganzen Dauer der Versuche in so liebenswürdiger Weise ertheilten Rathschläge und thätige Beihülfe auszusprechen.

Wenn wir aus allen diesen Versuchen auf die Frage antworten sollen, wie wir die amidartigen Verbindungen bei der Berechnung der Ration bewerthen sollen, so scheint mir durchaus richtig zu sein, was Weiske in der Settegast'schen Thierzuchtlehre und auch Pott*) für nicht nothwendig halten, daß man den Amidstickstoff vom Eiweißstickstoff trennt, weil ersterer unter keinen Umständen mit dem zweiten gleichbedeutend für die Ernährung sich erwiesen hat Andererseits scheint es mir auch unrichtig, wie es Voit**) und Tereg***) wollen, den Amidstoffen jeden Nährwerth abzusprechen, weil sie nachgewiesenermaßen einen, wenn auch nur sehr geringen Verbrennungswerth haben und unter Umständen eiweißersparend wirken können Mir scheint sogar die Chomsky'sche Ansicht unrichtig, daß unter Umständen bei einer eiweißreichen Ration, wie es eine gute Mast- oder Milchration ist, die amidartigen Stoffe nicht in Rechnung gestellt werden sollten, da diese Stoffe sehr vielseitig zu wirken vermögen, nämlich: sie verkleinern die Depression der Verdaulichkeit des Proteïns, die durch Kohlenhydrate bewirkt wird, sie tragen zur Verdauung der stickstofffreien Stoffe

*) Die landwirthschaftlichen Futtermittel. 1889, S. 23.

**) Hermanns, Handbuch der Physiologie. Bd. VI, S. 402.

***) Ellenberger, Handbuch der vergl. Physiologie und Histologie der Hausäugethiere. Bd. II, Th. I, 1890, S. 99.

und der Rohfaser bei, sie wirken auch unter Umständen günstig als Reizstoffe; dabei haben sie auch einen gewissen thermischen Werth. Manche dieser Wirkungen kommen zum Vorschein auch bei einer eiweißreichen Ration. Sie haben also immerhin einen gewissen Werth für die Ernährung und, wenn man sie zu irgend einer Gruppe der Nährstoffe stellen soll, so wird es gegenwärtig noch am richtigsten sein, sie als äquivalent den stickstofffreien Stoffen zu betrachten, wie es Julius Kühn in seiner „Zweckmäßigsten Ernährung" (S. 171) thut und um so mehr, da diese Gruppe von Nährstoffen, wie bekannt, nur aus der Differenz berechnet wird und da zu ihr schon ohne dies die verschiedensten Stoffe gehören, die zuweilen einen sehr geringen Nährwerth besitzen.

Damit soll keineswegs gesagt sein, daß wir auf diese Weise vollständig den Werth der Amidstoffe geschätzt und bestimmt hätten. Der intelligente Landwirth soll die verschiedenen Wirkungen dieser Stoffe kennen und diese immer speziell berücksichtigen. Die Ausrechnung des Nährwerthes einer Ration soll überhaupt nur einen Anhalt zur Beurtheilung dieser Ration geben, nicht aber als Rezept für die Feststellung derselben dienen.

Druck von Johannes Päßler, Dresden, gr. Klosterg. 5.

VITA.

Ego, Stanislaus de Tryniszewski, Polonus, natus sum Varsoviae die VI mensis Januarii anno MDCCCLXXV. Pueritia in patris rure acta scholam publicam Varsoviae frequentabam, ubi primis litterarum ac artium elementis imbutus maturitatis testimonio sum dignatus. Anno MDCCCXCIV in Germaniam transgressus Halis in album civium academicorum relatus sum ibique per quadriennium scholas audivi virorum illustrissimorum: *Kühn, Volhard, Dorn, a. Fritsch, Grenacher, Albert, Knoch, Kraus, Doebner, Maercker, Conrad, Puetz, Cluss, Fischer, Diehl, a. Mendel-Steinfels, Lorenz, Arndt, Zopf, Luedecke, Erdmann, Ewald, Haym, Mueller, Brandes.*

Quibus viris illustrissimis et benignissimis gratias ago quam maximas eorumque nomina grate pieque prosequar.